



**TEKNIK  
KEAIRAN**

## **KAJIAN UNIT RESAPAN DENGAN LAPISAN TANAH DAN TANAMAN DALAM MENURUNKAN LIMPASAN PERMUKAAN**

Burhan Barid<sup>\*)</sup>, Tyas Ilhami<sup>\*)</sup>, Fadli F<sup>\*)</sup>

### **ABSTRACT**

*Improving development usually change pervious to impervious land. The change consequence increasing surface runoff. Increasing surface runoff can be flood risk. Infiltration unit used to decreasing or delayed discharge surface runoff so able flood risk. Research infiltration process performed to prepared unit model made for wood dimension 100x100x100 cm<sup>3</sup>. Unit mentioned involve gravel-sand layer, precipitation pipe, and subdrain pipe. Unit model with two parameter that is vacuous land and (Mk) with vegetation (Mt). Input data for discharge  $Q_b=0,44$  liter/second, and  $Q_k=0,24$  liter/second. Data take discharge infiltration, time, height pond, and height water layer. Result research get for  $Q_b = 0,44$  liter/second with (Mk) by average decreasing 0,28 liter/second (Mk) during 28 menit and 0,21 liter/second (Mt). Whereas dewatering process during for 37 menit (Mk) and 29 menit (Mt).*

**Keywords** : surface run off, infiltration, model

### **PENDAHULUAN**

Pertumbuhan penduduk dan makin beragamnya aktifitas, yang kesemuanya memerlukan tempat. Keadaan ini menyebabkan perubahan tataguna lahan, umumnya berupa lahan terbuka menjadi lahan terbangun. Hal ini juga akan meningkatkan kebutuhan air secara kuantitas dan kualitas. Kuantitas dan kualitas air yang terbatas disebabkan oleh belum maksimalnya perlindungan terhadap air. Beberapa permasalahan air meliputi pencemaran air, penggundulan hutan, banjir, terganggunya fungsi resapan,

berubahnya fungsi tangkapan air, dan distribusi air yang tidak merata, menunjukkan perlu langkah yang strategis dalam pengelolaan sumberdaya air (Kodoatie, 2002).

Dalam pengelolaan drainasi juga timbul pemikiran dan usaha merubah paradigma lama pengaliran drainasi yaitu "pengaliran secepat-cepatnya" menjadi paradigma baru yaitu "mempertahankan keseimbangan air". Untuk menjawab tantangan tersebut perlu dilakukan upaya yang sungguh-sungguh dalam pelestarian sumber daya air yaitu agar air memperoleh

---

<sup>\*)</sup> Jurusan Teknik Sipil FT. UMY  
Jl. Hos Cicroaminoto No. 17 Yogyakarta  
248

kesempatan meresap kedalam tanah (Siswanto, 2001).

Beberapa model hidrologi dikembangkan untuk menentukan keseimbangan air, misalnya model infiltrasi. Model infiltrasi digunakan untuk mengetahui tentang berapa besar limpasan permukaan atau genangan (*ponding*) yang dapat terinfiltrasi. Infiltrasi tersebut penting untuk menjaga ketersediaan air tanah pada daerah tersebut. Infiltrasi dipengaruhi volume hujan atau tampungan, keadaan permukaan tanahnya, jenis dan karakteristik tanahnya dan unsur-unsur lainnya. Laju infiltrasi dan kemampuan maksimum infiltrasi akan berbeda untuk karakteristik dan keadaan mula-mula tanah yang berbeda.

Resiko peningkatan limpasan dan perubahan kualitas air akibat perubahan fungsi lahan dapat dikurangi dengan langkah yang tepat. Langkah tersebut sering dikatakan sebagai '*low impact development (LID)*' atau dikatakan juga sebagai '*best management practise (BMP)*' dalam pengelolaan limpasan permukaan. Beberapa contoh BMP adalah kolam resapan (*infiltration bed*), saluran resapan (*infiltration trenches*), tampungan resapan (*infiltration swales*), kebun tadah hujan (*rain garden*) dan resapan buatan (*bioretention*) (Anonim, - dan Anonim 2005). Selisih limpasan permukaan akibat beban tiap areal yang terbangun (berubah menjadi kedap) akan menjadi beban pada resapan buatan yang dikembangkan. Resapan buatan sebagai salahsatu BMP mampu memberikan pengurangan volume limpasan, menjaga kualitas air, menurunkan debit puncak, meningkatkan isian air tanah dan mengurangi dampak aliran permukaan (Atchison, Potter, Severson, 2006).

## STUDI PUSTAKA

### Infiltrasi

Secara umum infiltrasi dan perkolasi disamakan dengan rembesan (*permeabilitas, seepage*). Perkolasi dan infiltrasi dibedakan pada kedalamannya saja. Infiltrasi merupakan gerakan air melalui permukaan tanah menuju ke dalam tanah. Besarnya infiltrasi tergantung dari tipe vegetasi di permukaan tanah, faktor lapisan permukaan tanah, suhu, intensitas hujan, karakteristik fisik tanah, dan kualitas airnya (Viessman, 1977). Aliran infiltrasi masuk melewati permukaan tanah, sehingga sangat dipengaruhi kondisi permukaan tanah. Tanah sebagai media aliran mempunyai baberapa klarifikasi yaitu permeabilitas tanah, kelembaban tanah, porositas tanah, jenis tanah dan lain-lain.

Pengertian laju infiltrasi dibedakan menjadi dua yaitu laju infiltrasi maksimum dan laju infiltrasi nyata. Laju infiltrasi maksimum adalah laju infiltrasi yang mungkin terjadi pada lapisan tanah. Sedangkan laju infiltrasi nyata adalah laju infiltrasi yang sesungguhnya terjadi. Kumulatif infiltrasi adalah akumulasi kedalaman air yang terinfiltrasi selama periode waktu yang sama dengan penjumlahan laju infiltrasi seluruh waktu.

Sosrodarsono (1993) menjelaskan faktor-faktor yang mempengaruhi infiltrasi adalah :

- a. Kelembaban Tanah (*soil moisture content*)  
Besarnya kelembaban tanah pada lapisan teratas sangat mempengaruhi laju infiltrasinya. Makin tinggi kadar air dalam tanah, laju infiltrasinya semakin kecil, dengan demikian dalam satu waktu

proses infiltrasi akan terlihat bahwa laju infiltrasi semakin kecil terhadap waktu.

- b. Pemampatan oleh curah hujan
- c. Penyumbatan oleh bahan-bahan halus
- d. Pemampatan oleh orang dan hewan
- e. Karakteristik tanah
- f. Lapisan tumbuhan di permukaan tanah
- g. Udara dalam tanah.

### **Pembangunan Yang Berwawasan Lingkungan**

Pembangunan yang berwawasan lingkungan bertujuan untuk meningkatkan kesejahteraan manusia dan sekitarnya. Pembangunan juga mengakibatkan resiko permasalahan kuantitas dan kualitas air. Resiko tersebut berupa air berlebih saat musim hujan dan pencemaran air. Pembangunan yang dilakukan hendaknya memberikan sekecil mungkin resiko yang ditimbulkan, khususnya permasalahan air. Untuk mengurangi resiko tersebut telah dilakukan berbagai cara misalnya perbaikan saluran drainasi, normalisasi sungai, dan program prokasih. Berbagai program yang telah dilakukan ternyata belum banyak memberikan hasil yang tepat dengan dibuktikan masih banyak permasalahan keairan yang belum teratasi. Program tersebut seharusnya memadukan berbagai unit pengendali banjir.

Program pembangunan yang tepat adalah tidak merugikan alam, atau meminimalkan kerugian pada alam khususnya akibat limpasan permukaan. Langkah utama dalam pengelolaan limpasan permukaan adalah menahan air hujan di daratan. Unit penahan hujan terdiri dari dua jenis yaitu penyimpanan

dan peresapan. Jenis peresapan yaitu *infiltration trench*, sumur resapan, kolam resapan dan *infiltration pavement* (Suripin, 2004).

Langkah-langkah pengelolaan air di beberapa negara maju dilakukan dengan menyeimbangkan peningkatan pembangunan dengan pengelolaan air limpasan yang tepat. Model pembangunan tersebut sering dikatakan '*low impact development (LID)*'. LID merupakan unit kecil sebagai bagian pengendali banjir dapat disertakan dalam pengelolaan DAS. Penurunan limpasan dengan unit LID tidak secara langsung mengurangi resiko banjir. Tetapi apabila dilakukan secara terpadu dengan unit pengendali banjir lainnya tentunya akan berpengaruh besar dalam mengurangi limpasan permukaan.

LID ini dikembangkan untuk memberi sekecil mungkin resiko akibat pembangunan. Sedangkan pada model infiltrasi sering pula dikatakan sebagai '*best management practise (BMP)*' dalam pengelolaan keseimbangan air. Salahsatu aspek keseimbangan air adalah sebesar-besarnya air diresapkan atau ditampung saat musim hujan. Model pembangunan dengan LID mempunyai tujuan sebagai berikut (Anonim, 1999) :

- a. Mereduksi resiko akibat peningkatan kekedapan permukaan
- b. Menjaga keseimbangan air dengan memasukkan air kedalam tanah
- c. Menjaga drainasi alam
- d. Mengurangi beban ekonomi dan teknis dari drainasi buatan

### **Unit Resapan**

Ruang infiltrasi sering menggunakan pendekatan model pada lahan. Model

tersebut mengkonversikan hujan atau tampungan dengan jenis permukaan dalam suatu areal tertentu. Hujan yang digunakan umumnya dengan intensitas tetap dan terjadi merata. Jenis permukaan yang digunakan dapat berupa lapisan tanah yang homogen dan tanaman yang sejenis. Model infiltrasi yang akan dikembangkan adalah pada ruang infiltrasi di lahan. Ruang infiltrasi ini dipengaruhi oleh debit dan kualitas limpasan (Anonim, 2006).

Dalam pendekatan sistem umumnya menggunakan pembatasan kontrol volume atau debit. Sistem ini dengan mentransformasi input ke output dengan jalan mereplikasi sistem yang aktual dalam model (Swensson, 2003). Model infiltrasi sebagai bagian dari model hidrologi juga mencoba mengkonversikan kejadian infiltrasi di alam ke dalam suatu model yang akan dikembangkan. Infiltrasi dapat menghubungkan antara permukaan tanah dengan *groundwater*. Perpindahan air dalam tanah dilakukan dengan infiltrasi dan perkolasi. Laju infiltrasi dapat dikontrol dengan laju perkolasi yang ada dibawahnya.

Penggunaan unit resapan untuk meresapkan air dan menjaga kualitas air. Beberapa hal yang mempengaruhi banyaknya air yang dapat diresapkan adalah tergantung dari jenis dan karakteristik lapisannya, kedalaman, dan desain sebelum infiltrasi misalnya slope saluran, tampungan awal, genangan. Sedangkan perbaikan kualitas dipengaruhi jenis dan

karakteristik lapisannya, ketebalan, dan desain sebelum infiltrasi misalnya adanya rumput awal.

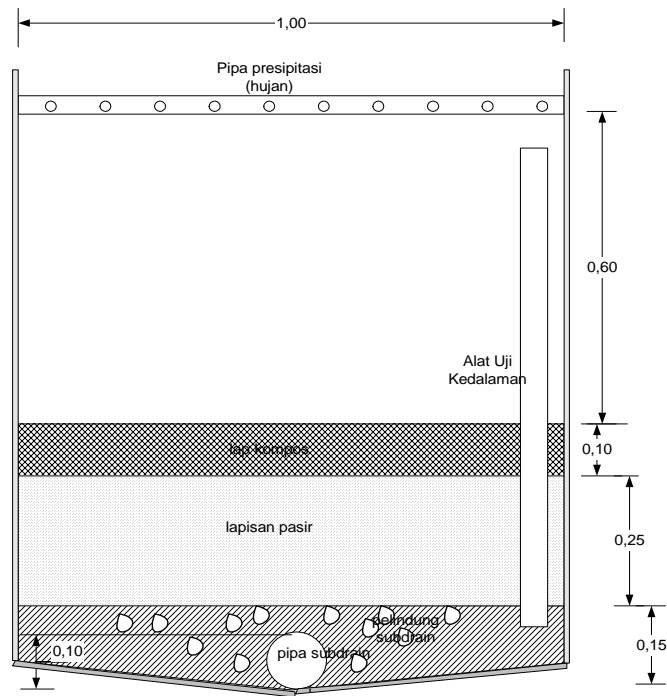
## METODOLOGI PENELITIAN

### Model

Model berupa bok kayu dengan ukuran 100x100x100 cm<sup>3</sup>. Bok tersebut berisi lapisan kerikil dan pasir dan dilengkapi pipa presipitasi dan pipa subdrain. Selengkapannya sebagai berikut :

- a. Unit resapan dengan tiga lapisan
  - Lapisan dasar kerikil dengan ketebalan 15 cm, untuk melindungi subdrain
  - Lapisan tengah pasir dengan ketebalan 25 cm
  - Lapisan atas humus dengan ketebalan 10 cm
- b. Pipa presipitasi  $\frac{3}{4}$  inch, mampu mengalirkan debit 0,44 liter/detik. Pipa ini terletak pada bagian atas unit resapan dan dialirkan seperti hujan secara merata.
- c. Pipa subdrain 4 inch, pada bagian bawah unit resapan untuk menerima hasil resapan dan mengukur Qoutput.
- d. Dengan dan tanpa tanaman (perdu)
- e. Batasan unit resapan
  - Proses infiltrasi secara vertical, karena sisi-sisi unit resapan dibuat kedap
  - Kepadatan lapisan dianggap seragam

### Gambar unit resapan



Gambar 1. Unit Resapan

### Data yang diukur

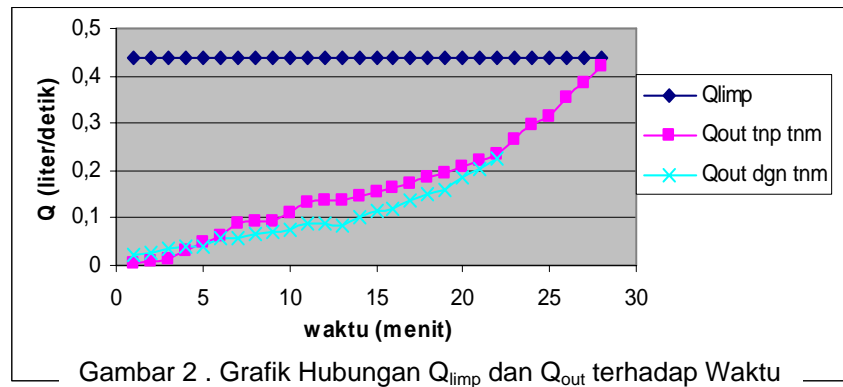
Data yang diukur adalah :

- Debit limpasan yang berasal dari pipa presipitasi diatur konstan atau debit input ( $Q_1 = 0,44$  liter/detik dan  $Q_2 = 0,24$  liter/detik)
- Qoutput pada pipa subdrain diukur tiap menit
- Ketinggian air di dalam lapisan unit resapan
- Ketinggian genangan air
- $Q_{tertahan}$  atau  $Q_{tertunda} = Q_{limpasan} - Q_{output}$

### ANALISIS DAN PEMBAHASAN

#### Pengaruh Penurunan dan Penundaan Limpasan Permukaan

Debit output mula-mula nol, kecil kemudian membesar sampai mendekati nilai debit limpasannya. Debit input pada awalnya mengalami infiltrasi kemudian mengisi kelembaban lapisan tanah pada unit resapan. Sehingga sangat sedikit yang keluar pada debit output. Setelah lapisan mulai jenuh maka sebagian debit input sudah mulai menjadi debit output. Hal tersebut terlihat pada Gambar 2.

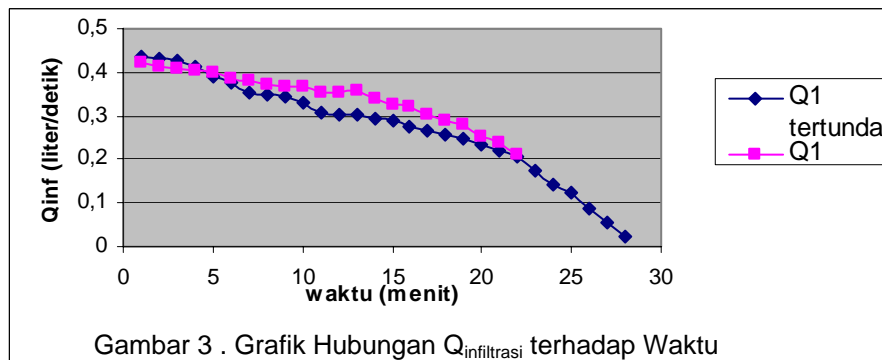


Unit resapan mampu menurunkan debit puncak pada awal limpasan, seperti terlihat pada Gambar 2. Pada debit besar, unit tersebut juga mampu menunda  $Q$  limpasan sampai 28 menit, sedangkan pada debit kecil mampu menunda sampai 23 menit. Waktu tersebut juga dianggap sebagai batas waktu kehandalan unit. Apabila digunakan melebihi waktu tersebut maka unit akan terjadi luapan. Hal tersebut terjadi karena limpasan mengalami proses infiltrasi terlebih dahulu.

Rumah Type<sub>100/150</sub> dengan hujan 20 mm/jam diperkirakan mempunyai debit

limpasan 0,3 – 0,5 liter/detik. Rumah tersebut layak menggunakan unit resapan seperti ini. Tentunya apabila di perumahan, setiap rumah menggunakan unit resapan seperti ini maka akan terjadi antrian atau penundaan aliran sekitar 28 menit. Hal tersebut tentunya sangat signifikan untuk menunda aliran karena hujan yang terjadi umumnya sekitar satu jam.

Untuk lapisan yang sama, pada debit yang besar cenderung mengalami infiltrasi yang besar pula. Sedangkan proses infiltrasinya pada Gambar 3. sebagai berikut :



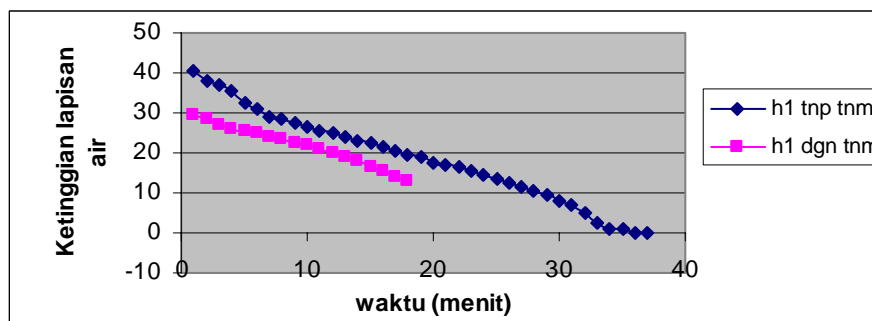
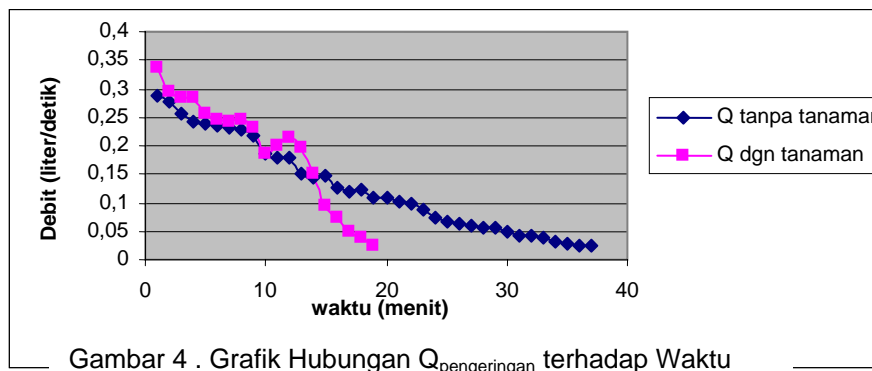
Saat awal, sebagian besar limpasan akan mengalami infiltrasi kemudian tanah bertambah kejenuhannya kemudian saat telah jenuh maka infiltrasinya kecil sekali.

### Pengeringan Unit Resapan

Proses pengeringan tersebut dihitung untuk mengetahui waktu sela untuk hujan atau limpasan berikutnya. Pengeringan terjadi selama 37 menit, setelah waktu tersebut kelembaban tanah sudah kurang dari 10%. Sehingga unit dapat digunakan kembali untuk menurunkan atau menunda limpaan permukaan. Proses pengeringan terlihat

pada Gambar 4 dan 5. Pada grafik 3 terlihat bahwa proses pengeringan pada awal proses tanpa tanaman lebih cepat landainya daripada dengan tanaman. Berarti tanaman mampu mengikat air walau sesaat.

Pada Gambar 5. pada tanah yang telah jenuh tersisi air kemudian dikeringkan. Terjadi penurunan rata-rata 1,09 cm per menit. Penurunan tersebut juga lebih cepat tanpa tanaman karena air tidak terikat oleh tanaman. Sehingga disini dapat dikatakan tanaman mampu mengikat air walau sesaat.



Banjir memang sesuatu yang kompleks dari aspek teknik dan non teknik. Pada aspek teknik tentunya membuat unit resapan hanya merupakan bagian kecil dari langkah yang terpadu dan menyeluruh dalam suatu DAS. Walau langkah kecil hal tersebut patut menjadi perhatian semuanya sehingga dapat dipadukan menjadi dengan kegiatan penanganan banjir yang lain.

### **SIMPULAN**

Berdasarkan analisis perhitungan diperoleh bahwa terjadi penurunan debit limpasan pada awal limpasan. Penundaan Q puncak limpasan dapat terjadi sampai 28 menit. Proses pengeringan, waktu terlalu lama yang dibutuhkan adalah 37 menit pada debit besar. Dan rata-rata penurunan air pada lapisan sebesar 1,09 cm per menit. Perlu dilakukan modifikasi lebih lanjut jenis dan ketebalan lapisan, tumbuhan penutup dan ketinggian genangan sehingga mampu menghasilkan unit resapan yang lebih handal.

### **DAFTAR PUSTAKA**

1. Anonim, 2005, *Infiltration Trench*, Fairfax County, LID BMP Fact Sheet, Northern Virginia
2. Anonim, \_\_\_\_\_, *Infiltration Trench*, Georgia Stormwater Management Manual, Georgia
3. Anonim, \_\_\_\_\_, *Bioretention Design Examples*, LID Technical Guidance, Manual For Paved Sound, \_\_\_\_\_
4. Anonim, 1999, *Low Impact Development : Design Strategic*, Department of Environmental Resources, Prince George's County, Maryland
5. Tchison, Potter, Severson, 2006, *Design Guidelines for Stormwater Bioretention Facilities*, Civil and Environmental Engineering, University of Wisconsin, Madison
6. Kodoatie, Sugiyanto, 2002, *Banjir*, Pustaka Pelajar, Yogyakarta
7. Shaw, 1988, *Hydrology in Practice*, edisi dua, Chapman and Hall, New York
8. Siswanto, dan Joheli, 2001, *Sistem Drainase Resapan untuk Meningkatkan Pengisian (Recharge) Air Tanah*, Jurnal Natur Indonesia III (2), h 129 – 137
9. Sosrodarsono, 1993, *Hidrologi untuk Pengairan*, Pradnya Paramita, Jakarta
10. Suripin, 2004, *Sistem Drainase Perkotaan Yang Berkelanjutan*, Penerbit Andi, Yogyakarta
11. Viessman., K., Lewis., 1977, *Introduction to Hydrology*, Harper and Row, New York.